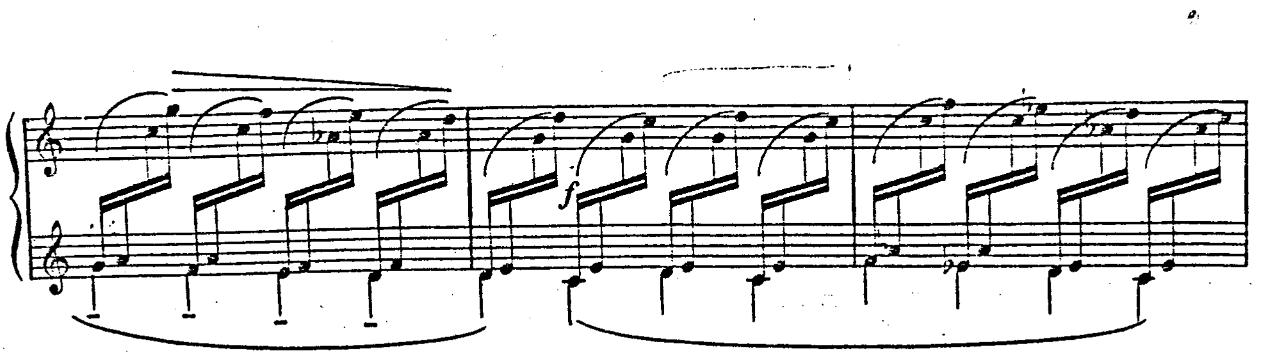
UNIVERSITE DE PARIS 8

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE

G. A. I. V.

# UN PROGRAMME INTERPRETE : DOCTOR GRADUS AD PARNASSUM



GILBERT DALMASSO

MARS 1978

Un programme en langage INTELGREU implanté sur le système portable de synthèse acoustique du Laboratoire d'Informatique de Vincennes:

un micro-ordinateur Intel
un synthétiseur EMS VCS-3
des convertisseurs numérique-analogiques.

oooooooooooo

# UN PROGRAMME INTERPRETE : DOCTOR GRADUS AD PARNASSUM

Nous introduisons le projet de faire exécuter une partition par le système de synthèse acoustique. Le programme est considéré comme un interprète possible d'une oeuvre musicale. Ce programme a pour objet de tester la fiabilité du système. L'oeuvre choisie pour la circonstance est une pièce pour piano de Claude DEBUSSY, "Doctor Gradus ad Parnassum", tirée du recueil d'oeuvres pour piano portant le titre "Children's Corner" (1906-1908).

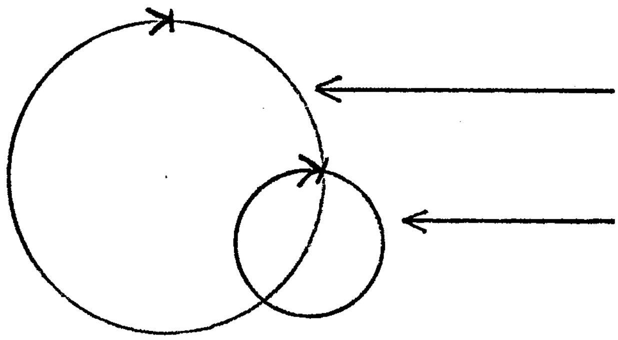
## 1 / Procédures de temporisation:

introduisons le concept de "temps machine". Il est essentiel de connaître ses caractéristiques du fait qu'il se révèle comme le support inévitable du temps musical. Sur l'ordinateur INTEL 8008, le cycle complet d'exécution d'une instruction de 1 mot mémoire est de 12 micro-secondes.
Nous désirons atteindre le but suivant : adapter le temps musical au temps machine pour un jeu en temps réel identique à celui de l'interprétation humaine . Pour satisfaire ce désir nous avons conçu plusieurs procédures de temporisation.
En voici le principe de réalisation:

deux boucles dites de temporisation, sont construites à l'aide de deux registres. Ces derniers sont initialisés à une valeur à déterminer selon l'usage qui est fait de la procédure puis sont décrémentés jusqu'à une valeur de test.

Programmation: les registres B et C déterminent les deux boucles imbriquées.

Représentation:




Nous utilisons quatre temporisations,deux automatiques et deux à contrôle manuel.

1.1 Temporisations manuelles.

Sous-programme :T de densité variable.
Le plus utilisé, il commande la valeur des notes, la double croche étant la durée de référence.

Sous-programme :S de dynamique variable.
Il est spécialement conçu pour simuler l'effet de résonnance. Il est appellé dans la séquence A.

1.2 Temporisations automatiques.

Sous-programme :U de dynamique non variable.
Il est appelé lors d'un "decrescendo"

Note:

L'effet de "decrescendo" commence à être actif quand la valeur du registre B tend vers zéro. Si le registre C=FF, le registre B reste sur chacune de ses propres valeurs tant que C> 0, soit le temps de décrémentation du registre C depuis sa valeur d'initialisation FF. Ici quand (B)<10, l'effet de "diminuendo" est très lent.

Au contraire, si (C) = 5, alors B(n) = 5 x DCR C. Ici l'effet de "diminuendo" est plus rapide.

Sous-programme :R de dynamique variable.
Il est appellé lors d'une procédure de nuances.

```
1000 :T
1000 INI 04F      LIRE LA CLE 4  METTRE DANS B
1001 LBA
1002 LCI FF
1004 DCC
1005 JFZ =1004    BOUCLE DE C
1008 DCB
1009 JFZ =1002    BOUCLE DE B
100C RET
```

```
1010 :R
1010 LCI FF
1012 DCC
1013 JFZ =1012
1016 DCB
1017 JFZ =1010
101A RET
```

```
0F60 :U
0F60 LBI 40
0F62 LCI 01
0F64 DCC
0F65 JFZ =0F64
0F68 DCB
0F69 JFZ =0F62
0F6C RET
```

```
0F50 :S
0F50 LBI 10
0F52 INI 04
0F53 LCA
0F54 DCC
0F55 JFZ =0F54
0F58 DCB
0F59 JFZ =0F53
0F5C RET
```

2 / Procédures d'enveloppe:

l'ordre d'apparition des voix mélodiques est géré par des procédures de commande de la forme des signaux acoustiques.

Sous-programme :1

il permet de contrôler les intensités, par l'ouverture de l'amplificateur de sortie 1.

Sous-programme :2

il ferme et verrouille le niveau de l'intensité de l'amplificateur sortie 1.

Sous-programme :3

il commande l'ouverture de la voix 2.

Sous-programme :4

il réduit au silence la voix 2.

Les nuances d'intensité sont générées par les procédures suivantes.

Sous-programme :D

de "decrescendo" de la voix 1.

Sous-programme :N

de "decrescendo" de la voix 2.

Sous-programme :5

de "ralentendo". Il peut être appellé indifféremment par les sous-programmes :D ou :N, avant l'appel du sous-programme :R.

```
0F00 :1
0F00 LAI FF        OUVERTURE MAXIMUM
0F02 OUT 0B        ENVOI DE L'INFORMATION
0F03 LAI 80        SELECTION DU DAC 80.
0F05 OUT 09        ENVOI DE LA SELECTION
0F06 RET
```

APRES LA PROCEDURE D'OUVERTURE DE LA VOIE 1
VOICI SA FERMETURE.

```
0F10 :2
0F10 LAI 00
0F12 OUT 0B
0F13 LAI 80
0F15 OUT 09        A=0, CONSTITUE LA VALEUR FERMEE
0F16 RET
```

```
0F20 :3
0F20 LAI FF
0F22 OUT 0B
0F23 LAI 40        COMMANDE LA VOIE 2.
0F25 OUT 09
0F26 RET
```

```
0F30 :4
0F30 LAI 00
0F32 OUT 0B
0F33 LAI 40
0F35 OUT 09
0F36 RET
```

PROCEDURE DECRESCENDO, RALENTENDO

```
0F70 :D
0F70 LAI FF
0F72 LDA
0F73 OUT 0B
0F74 LAI 80
0F76 OUT 09
0F77 LAA
0F78 LAA
0F79 CAL :U
0F7C LAD
0F7D SUI 1
0F7F JFZ =0F72
0F82 RET
0F83 !0F90
```

```
0F90 :N
0F90 LAI FF
0F92 LDA
0F93 OUT 0B
0F94 LAI 40
0F96 OUT 09
0F97 LAA
0F98 LAA
0F99 CAL :U
0F9C LAD
0F9D SUI 1
0F9F JFZ =0F92
0FA2 RET
0FA3 !0F40
```

```
0F40 :S
0F40 INB
0F41 LDB
0F42 RET
0F43
```

3 / Description séquentielle:

L'oeuvre débute par une anacrouse, sans partie introductive préalable. La formule thématique principale est révélée selon une phrase ascendante répétitive dans sa forme et dans sa densité. Elle est écrite en doubles croches. Groupées par quatre, ces figures de notes, déterminent des accords successifs. La tonalité de DO est introduite dès les deux premiers groupes de doubles croches. Suivent les accords de dominante et de sous-dominante. La voix principale est écrite en clé de SOL, elle est jouée sur le piano par la main droite: au synthétiseur l'oscillateur 2 en a la charge.
La partie écrite en clé de FA est confiée à la main gauche au piano, à l'oscillateur 1 sur le synthétiseur.
Programme de la séquence 1: se reporter au commentaire de programme de la séquence suivante.

Deux mélodies distinctes délimitent la séquence 2. Le principe de la programmation des deux voix est d'exécuter les parties simultanément. Le programme en réalise l'exécution, mais le résultat musical apparaît systématique: l'interprétation n'est pas satisfaisante.
Les pianistes connaissent la technique du "rubato". Elle consiste en des variations de jeu dans le domaine métrique. Pour simuler cette technique pianistique nous modifions la simultanéité d'ordre de lecture des deux voix. Dès que la voix 2 devient audible, le programme exécute en séquence la suite des instructions jusqu'à la génération de la voix 1 et son audition. Ainsi les deux voix subissent un décalage tout en restant liées à la même métrique. L'interprétation est plus vivante et gagne en intérêt.
Programme de la séquence 2 à la page suivante.

# PROCEDURE DE LECTURE VOIE 1 ET 2

```
1045 CAL  :1      OUVERTURE VOIE1
1048 CAL  :3      OUVERTURE VOIE2
104B LEI  3E      COMPTEUR DE NOTES
104D LLI  00      @ DE LA PREMIERE NOTE
104F LHI  1A       IMPLEMENTATION VOIE 1
1051 LAM          TRANSFERT DE LA NOTE DANS A
1052 OUT  C       ENVOI DE L'INFORMATION
1053 OUT  D
1054 OUT  F       ORDRES DE SORTIE
1055 CAL  :T      TEMPORISATION MANUELLE
1058 LHI  1B      APRES APPEL DE TEMPO, LECTURE VOIE 2
105A LAM
105B OUT  D
105C INL          ALLER A LA CASE SUIVANTE L
105D DCE          RETRANCHER 1 AU COMPTEUR DE NOTES
105E JFZ  =104F   ALLER LIRE LA NOTE SUIVANTE VOIE 1


1052 OUT  C       DAC DE COMMANDE DE L'OSCILLATEUR 2
1053 OUT  D       DAC DE COMMANDE DU FILTRE
                  (FILT (OSC2 ))
1054 OUT  F       DAC DE COMMANDE DE L'OSCILLATEUR 3
                  ACCORDE A L'UNISSON

                  (OUT1 (FILT (OSC2 )))

1061 CAL  :4
1064              APRES FERMETURE VOIE 2
                  CONTINUER:
                  PROCEDURE D'EXECUTION DE LA SEQUENCE 3
```

Séquence 3:

Considérons une position des mains sur le clavier: la main gauche à droite de la main droite. La procédure consiste à faire glisser la main gauche par-dessus la main droite pour aller jouer des notes situées dans la partie médiane ou aigüe du clavier. Au piano la position des mains suit l'écriture des voix sur les portées. Au synthétiseur, la contrainte physique est effacée, la distribution des voix est libre. Nous avons confié l'exécution des parties de la séquence 3 à la première voix.

Programme:

Les instructions sont identiques à celles de la séquence 1; la table des codes est en 1430 et comprend 64 notes. On remarquera, à l'audition, que la première note, FA grave,est transposée à l'octave supérieure du fait des limites technologiques.

Séquence 4:

Toujours sur 1 voix, nous entendons l'accord de MI majeur arpégé. Insistons sur le MI, une ronde, de la première mesure de la page suivante. L'exécution consiste en un "sforzando" suivi d'un "diminuendo" conduisant au "piano" de la phrase suivante. Cette mesure se révèle comme une liquidation du développement de la séquence 2. La courte durée d'extinction de la ronde met en valeur le début de la variation sur une cellule répétitive construite autour de la note MI. Nous avons écrit pour cette mesure la procédure de nuance suivante.

PROCEDURE DE NUANCE

```
1088 LAI FF          (A):=FF
108A LLI 1B          RANGEMENT EN MEMOIRE
108C LHI 10
108E LMA
108F OUT 0B          ENVOI DE (A)
1090 LAI 80          SUR LE DAC 80
1092 OUT 09          TRANSFERT DE LA SELECTION
1093 LBI 02          (B):=2 INIT DE TEMPO
1095 CAL :R
1098 LLI 1B          REPRISE DE LA VALEUR COURANTE (A)
109A LAM
109B SUI 1
109D JFZ =108E       RETOUR, ENVOI DE LA NOUVELLE VALEUR
10A0 CAL:1           DE A JUSQU'A EXTINCTION DU SON
                     OUVERTURE DE LA PROCEDURE SEQUENCE 5
```

Séquence 5:

Elle est constituée uniquement de phrases descendantes distribuées en courts fragments répétitifs. Des accords éclatés en doubles croches tournent autour d'une note pivot :MI. Fidèle à notre souci de respecter la partition, nous avons interprété la nuance des mesures 5 et 7: insister sur la note SOL. Il a été nécessaire d'induire une légère variation: nous avons doublé le temps propre de la note, la croche devenant noire. Ainsi, il a fallu donner à lire au programme deux fois la même note.

Programme:

Il est composé d'instructions de lecture de 130 notes, mises en tables à l'adresse 1600. La mélodie est jouée par la première voix.

Séquence 6:

Le jeu au piano se propose de suggérer une nuance descriptive : l'indication de tempo est "un peu retenu". Le pianiste ne ralentit pas son allure brusquement,mais progressivement. Interrogeons-nous sur la manière de simuler cet effet dynamique qui doit être réalisé durant une seule mesure. Le programme doit être aiguillé sur une procédure de temporisation spéciale, dans laquelle l'incrémentation du registre principal est réalisé en séquence jusqu'à la dernière note de la mesure.

Programme:

```
10CE   OUT   F
10C1   CAL   :5      appel du sous-programme
                     de contrôle du registre B
10C4   CAL   :R      temporisation variable
10C7   INL
10C8   LBD           le registre D contient la
                     valeur courante   du
                     registre B.
```

Séquence 7:

Elle comprend 200 notes. La mélodie reprend à son début les notes de la séquence 1. La deuxième voix entre en jeu par un contrepoint introduisant des notes fondamentales, points de départ pour de nouvelles variations harmoniques. Les deux voix comprennent des notes à accentuer. Nous avons déjà rencontré ce problème à la séquence 5. Il est résolu ici identiquement.

Programme:

La première instruction est l'appel du sous-programme d'ouverture de la deuxième voix:

```
CAL   :3
```

Suivent les instructions de lecture des deux voix:

début: 10E5

fin: 10FD

Séquence 8:

Son caractère est semblable à celui de la séquence 6: l'indication de jeu est "retenu".

Programme:

```
1114    OUT   F
1115    CAL   :5
1118    CAL   :R
111B    LHI   1D
111D    LAM
111E    OUT   D
111F    INL
1120    LBD
```

Séquence 9:

Le pianiste retrouve le tempo initial et joue deux phrases ascendantes révélant l'accord de MI bémol mineur 6, en suspension quelques instants, puis résolu par la basse MIb, SIb, introduisant la tonalité de LAb de la mesure suivante. Cette séquence possède un changement de densité: les figures de notes de la voix principale sont des croches, et la basse semble presque autonome dans son rôle d'ouverture sur un parcours plus calme. Ces 4 mesures se révèlent comme une liquidation des séquences 7 et 8.

Programme:

Les instructions propres à l'effet de "diminuendo" sont imbriquées dans le programme. Voir le programme à la page suivante.

DIMINUENDO ET TEMPO IMBRIQUEES

```
1125 LEI 18        COMPTEUR DE NOTES
1127 LBI 10        B,VALEUR DE RALENTENDO
1129 LAI FF        FF VALEUR MAXI VOIX 1 ET 2
112B LLI 1B        RANGEMENT
112D LHI 10
112F LMA
1130 LLI 15        LECTURE NOTE
1132 LHI 1C
1134 LAM           RETOUR DE BOUCLE
1135 OUT C         ENVOI DE L'INFORMATION
1136 OUT E         SUR LES 3 CONVERTISSEURS
1137 OUT F
1138 LHI 1D
113A LAM
113B OUT D
113C CAL :5
113F CAL :R
1142 INL
1143 LAL
1144 LLI 1C
1146 LHI 10        APRES SAUVEGARDE DE L
                   RANGEMENT EN MEMOIRE : 101C
1148 LMA
1149 LLI 1B        REPRISE DE LA VALEUR COURANTE
                   DU NIVEAU DE SORTIE VOIX 1 ET 2
114B LHI 10
114D LAM
114E OUT 0B
114F LAI 0C        SELECTION VOIX 1 ET 2
1151 OUT 09
1152 LBI 04        VALEUR DU DCRESCENDO
1154 CAL :R
1157 LLI 1B        REPRISE VALEUR COURANTE
                   DE CONTROLE DE L'AMPLI
1159 LAM
115A SUI 1
115C LMA
115D LLI 1C        APRES DECR  RANGEMENT
115F LHI 10        REPRISE DE L'ADRESSE BASSE DE
                   LA TABLE
1161 LAM
1162 LHI 1C
1164 LLA           A  CONTIENT L'ADRESSE BASSE COURANTE
1165 LBD           REPRISE DE LA VALEUR COURANTE
1166 DCE           DU RALENTENDO
1167 JFZ =1134     RETOUR A LA LECTURE DE LA NOTE SUIVANTE
116A (SUITE)
```

Séquence A:

Elle débute par l'indication de jeu "animez un peu", à réaliser "pianissimo". Cette partie médiane est l'image impressioniste culminante de la pièce.
Ce changement de caractère de l'oeuvre agit comme une rupture dans l'enchaînement des cellules répétitives dans leur forme et leur densité. Pour simuler cette image subjective sur le synthétiseur, nous introduisons un changement de timbre : la voix 1 est enveloppée d'une attaque rapide, une tenue courte, une chute réverbérée.
Cette enveloppe sur le jeu de la main droite est propice à la mise en valeur du jeu de la main gauche, qui doit être plus appuyé, "expressif" et "decrescendo", et ponctue la mélodie par des rondes , des blanches et noires reliées.
Les deux dernières mesures portent l'indication "retenu".
Cet effet est obtenu par la temporisation commandée (procédure :S). L'exécutant incrémente en temps réel la valeur binaire de la clé 04.

Programme:

Les 4 premières mesures sont générées par 8 procédures:

procédure 0, exécution du LAb ronde.

```
116A CAL :D          DIMINUENDO VOIX 1
116D CAL :2          FERMETURE DE VOIX 1
1170 LAI 40          CHARGEMENT DU LA BEMOL GRAVE
1172 OUT D           VOIX 2
1173 CAL :N          DIMINUENDO VOIX 2
1176 CAL :4          FERMETURE VOIX 2
1179  (SUITE)
```

procédure 1, début : 1179
fin : 1199

procédure 2, de réverbération.

```
119A LEI 6
119C LLI ØA
119E LHI 17
11AØ LAM
11A1 OUT C
11A2 OUT E
11A3 OUT F
11A4 LAI FF          OUVERTURE MAXI AMPLI DE SORTIE
11A6 OUT ØB
11A7 LAI 8Ø
11A9 OUT Ø9
11AA CAL :S
11AD LAI BB          OUVERTURE MESO AMPLI DE SORTIE
11AF OUT ØB
11BØ LAI 8Ø
11B2 OUT Ø9
11B3 CAL :S
11B6 LHI 18
11B8 LAM
11B9 OUT D
11BA CAL :3
11BD INL
11BE DCE
11BF JFZ =119E
```

procédure 3,

```
11C2 CAL :D
11C5 CAL :2
11C8 LAI 4Ø
11CA OUT D
11CB CAL :N
11CE CAL :4
```

procédure 4, début : 11D1
fin : 11F1
procédure 5, début : 11F2
fin : 1219
procédure 6, "diminuendo" sur les deux voix.
121A CAL :D
121D CAL :N
procédure 7, début : 1220
fin : 1247

Séquences B, C, D, E.

L'oeuvre est articulée suivant la forme A B A non-stricte, élargie à des variations de format libre. Le début de la pièce est à nouveau exposé à la quatrième page. On y lit la reprise de la séquence 1, suivie de la deuxième et de la troisième. La quatrième introduit un arpège altéré sur l'accord de MI quinte augmentée. La répétition de l'arpège à l'octave est partiellement reproduite du fait que l'étendue de l'exposition de l'accord (4 octaves) dépasse l'ambitus de commande d'un oscillateur par un convertisseur.
Programme:

Après l'initialisation du DO grave, les instructions sont identiques aux séquences çi-dessus.

Séquence F:

La fin de la pièce se révèle très différente de l'essentiel de l'oeuvre quant à sa couleur et son caractère impressioniste. Apparaît ici le jaillissement d'une éclatante lumière sur l'étendue du clavier. Une longue phrase aux cellules répétitives dans leur forme et leur densité se dénoue sur quatre octaves descendantes. Le pianiste peut exalter

son émotion grâce aux indications de jeu "forte", puis "fortissimo". L'éclat de ce final coloré est souligné au synthétiseur par la réunion de la voix 1 et de la voix 2 jouant la mélodie à l'unisson. Insistons sur le détail suivant: pour préserver la totalité de la phrase descendante de la séquence suivante, nous sommes contraint de transposer à l'octave inférieure les trois dernières doubles croches de la mesure 14. Pour ne pas induire chez l'auditeur la gêne due à une modification momentanée du discours musical, nous introduisons la transposition dès la dernière note de l'accord arpégé précédant.

Programme:

début :129A
fin :12AF

En 12A5, est placée l'instruction d'ouverture de la voix 2, introduisant le jeu à l'unisson.

Séquence 10:

Comme dans la précédante, les deux voix chantent à l'unisson.

Programme:

début : 12B0
fin : 12C2
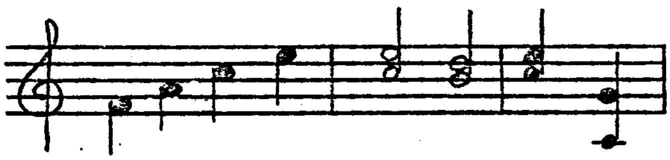
Séquence 11:

La mesure 73 de la partition comprend un accord de 4 sons. La technique pianistique admet de contourner la difficulté d'exécution d'un accord. Nous procédons identiquement: jouons l'accord de RE mineur neuvième sans sa fondamentale , selon son arpège.

La mesure 75 possède un caractère conclusif à souligner. Jouer l'arpège de l'accord ne convient pas à cet endroit. En respect pour le rôle de l'accord et pour renforcer son impact, nous le divisons en 2 accords de deux sons:

DO-MI, et SOL-DO (2 noires).

Pour récapituler nous avons:



Programme:

début : 12C3

fin : 12D8

Séquence 12:

Restons à la mesure 75, suit un silence: une demi-pause.

Programme: procédure de fermeture des 2 voix avec silence prolongé.

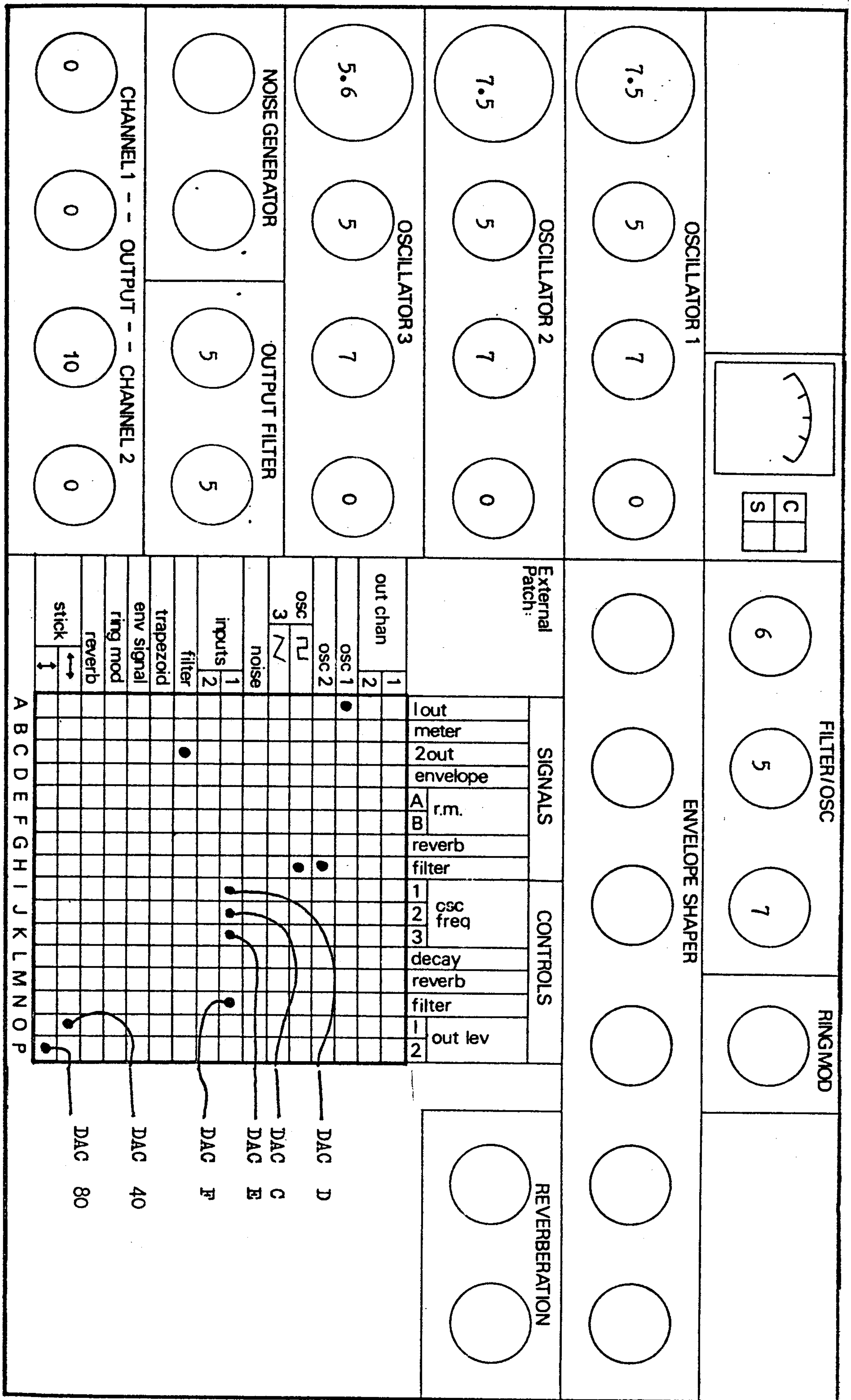
```
12D9 LAI FF
12DB LDA
12DC OUT 0B
12DD LAI C0
12DF OUT 09
12E0 CAL :U
12E3 LAD
12E4 SUI 1
12E6 JFZ =12DB
```

Séquence 13 :

Nous sommes à la dernière mesure de l'oeuvre. Nous concluons avec un accord de deux sons.

Programme:

```
12E9 CAL :1
12EC CAL :3
12EF LAI 60        CHARGEMENT DE DO
12F1 OUT C
12F2 OUT E
12F3 OUT F
12F4 LAI 00        CHARGEMENT DE DO(GRAVE)
12F6 OUT D
12F7 CAL :T
12FA LAI FF        DIMINUENDO FF  VALEUR MAXI
12FC LDA
12FD OUT 0B
12FE LAI C0        SELECTION DES 2 CONVERTISSEURS
1300 OUT 09
1301 CAL :U
1304 LAD
1305 SUI 1
1307 JFZ =12FC
130A HLT           SILENCE: FIN DE L'EXECUTION
```


OSCILLATOR 1
7.5
5
7
0
OSCILLATOR 2
7.5
5
7
0
OSCILLATOR 3
5.6
5
7
0
NOISE GENERATOR
OUTPUT FILTER
5
5
CHANNEL 1 - - OUTPUT - - CHANNEL 2
0
0
10
0
C
S
FILTER/OSC
6
5
7
ENVELOPE SHAPER
RING MOD
REVERBERATION
External Patch:
out chan
1
2
osc 1
osc 2
osc 3
noise
inputs
1
2
filter
trapezoid
env signal
ring mod
reverb
stick
SIGNALS
I out
meter
2out
envelope
A
B
r.m.
reverb
filter
CONTROLS
1
2
3
osc freq
decay
reverb
filter
I
2
out lev
A B C D E F G H I J K L M N O P
DAC D
DAC C
DAC E
DAC F
DAC 40
DAC 80

4 / Descriptif analogique:

La voix principale est confiée à l'oscillateur 2. Pour renforcer son timbre, il est doublé par l'oscillateur 3 initialisé à l'octave.
Les deux oscillateurs sont suivis sur chacune de leurs fréquences par le filtre. Une coloration plus douce dans les médiums et les graves est ainsi obtenue.

SOURCES:

OSC 1 ⟶ SORTIE 1
OOSC 2
OSC 3 ⟶ FILTRE ⟶ SORTIE 2

CONTROLE:

4-DAC:

OUT C ⟶ OSC 2
OUT D ⟶ OSC 1
OUT E ⟶ OSC 3
OUT F ⟶ FILTRE

8-DAC:

LAI 80
OUT 09 ⟶ SORTIE 2
LAI 40
OUT 09 ⟶ SORTIE 1

L'accord à l'unisson de tous les oscillateurs est réalisé avant de lancer le programme; les aiguilles de commande des DACs étant mises en place.

5/ Conclusion:

Ce programme a une visée pédagogique du fait qu'il se révèle comme une initiation à la pratique interactive sur un système. Les avantages d'un tel programme sont nombreux :

la compréhension de la correspondence des codes numériques et des notes est immédiate;

la variabilité du phénomène temporel est saisie sans difficulté;

la structure en séquence de la programmation ressort avec évidence;

la mise au point doit être rigoureuse;

le désir d'une interprétation non pianistique personnalisée est entièrement satisfait.

On trouve dans le commerce de nombreuses versions de l'enregistrement de l'oeuvre. Ainsi il est loisible à l'opérateur non familiarisé avec la lecture d'une partition d'écouter une interprétation de qualité,puis d'exécuter l'oeuvre selon sa propre inspiration. Il apprend ainsi à contrôler la temporisation et à jouer en temps réel.
Avec ce programme exécutif nous avons présenté le modèle d'une approche informatique de l'interprétation des oeuvres musicales.

oooooo

6. "Doctor Gradus ad Parnassum", programme:

```
0F00  LAI  FF          0F90  LAI  FF
0F02  OUT  0B          0F92  LDA
0F03  LAI  80          0F93  OUT  0B
0F05  OUT  09          0F94  LAI  40
0F06  RET              0F96  OUT  09
0F10  LAI  00          0F97  LAA
0F12  OUT  0B          0F98  LAA
0F13  LAI  00          0F99  CAL  0F60
0F15  OUT  09          0F9C  LAD
0F16  RET              0F9D  SUI  01
0F20  LAI  FF          0F9F  JFZ  0F92
0F22  OUT  0B          0FA2  RET
0F23  LAI  40          1000  IN   04
0F25  OUT  09          1001  LBA
0F26  RET              1002  LCI  FF
0F30  LAI  00          1004  DCC
0F32  OUT  0B          1005  JFZ  1004
0F33  LAI  00          1008  DCB
0F35  OUT  09          1009  JFZ  1002
0F36  RET              100C  RET
0F40  INB              100D
0F41  LDB              100E
0F42  RET              100F
0F50  LBI  10          1010  LCI  FF
0F52  IN   04          1012  DCC
0F53  LCA              1013  JFZ  1012
0F54  DCC              1016  DCB
0F55  JFZ  0F54        1017  JFZ  1010
0F58  DCB              101A  RET
0F59  JFZ  0F53        1030  LAI  00
0F5C  RET              1032  OUT  09
0F60  LBI  40          1033  CAL  0F00
0F62  LCI  01          1036  LEI  23
0F64  DCC              1038  LLI  00
0F65  JFZ  0F65        103A  LHI  14
0F68  DCB              103C  LAM
0F69  JFZ  0F62        103D  OUT  0C
0F6C  RET              103E  OUT  0E
0F70  LAI  FF          103F  OUT  0F
0F72  LDA              1040  CAL  1000
0F73  OUT  0B          1043  INL
0F74  LAI  80          1044  DCE
0F76  OUT  09          1045  JFZ  103C
0F77  LAA              1048  CAL  0F20
0F78  LAA              104B  LEI  3C
0F79  CAL  0F60        104D  LLI  00
0F7C  LAD              104F  LHI  1A
0F7D  SUI  01          1051  LAM
0F7F  JFZ  0F72        1052  OUT  0C
0F82  RET              1053  OUT  0E
                       1054  OUT  0F
```

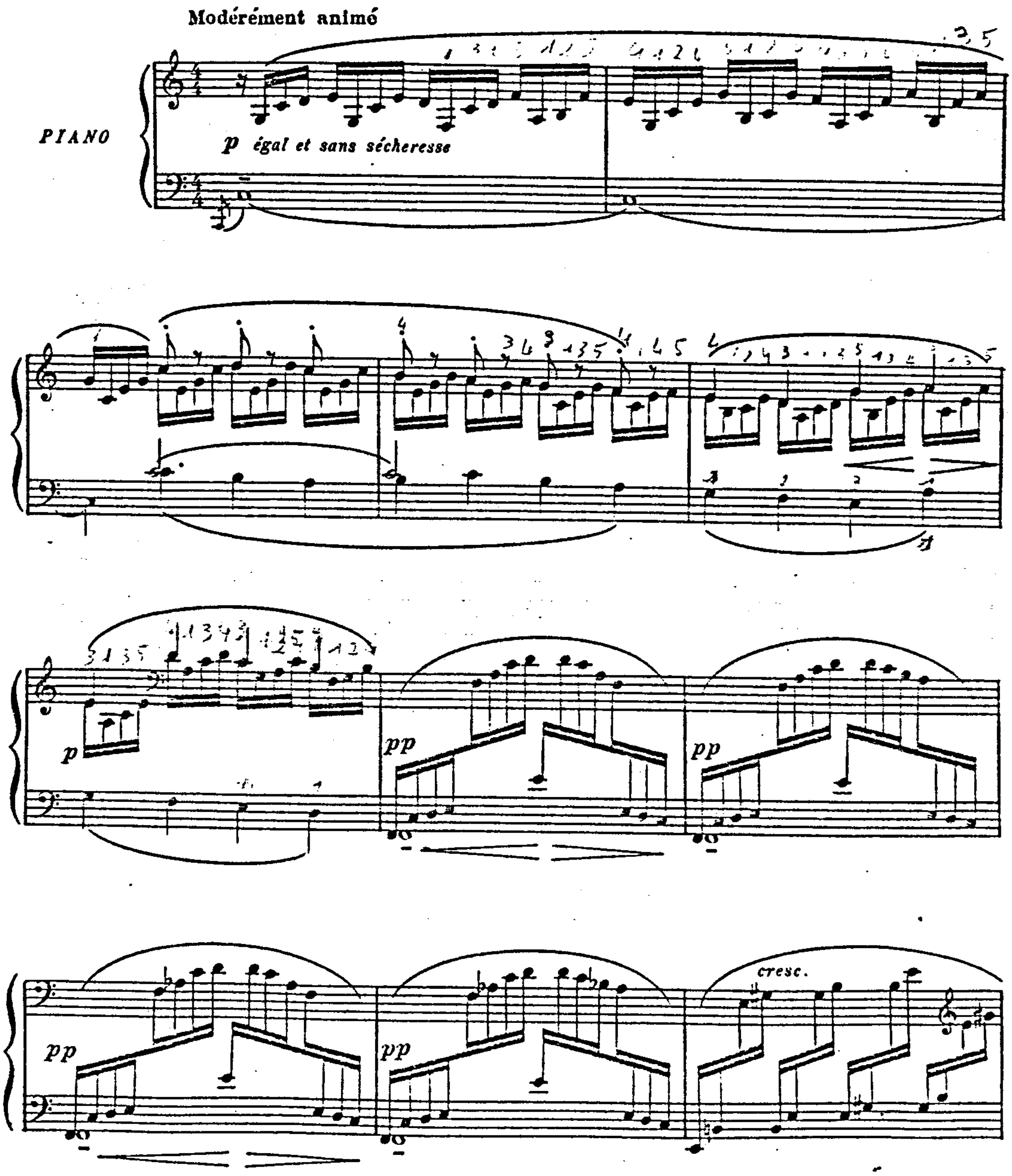
```
1055  CAL 1000
1058  LHI 1B
105A  LAM
105B  OUT 0D
105C  INL
105D  DCE
105E  JFZ 104F
1061  CAL 0F30
1064  LEI 40
1066  LLI 30
1068  LHI 14
106A  LAM
106B  OUT 0C
106C  OUT 0E
106D  OUT 0F
106E  CAL 1000
1071  INL
1072  DCE
1073  JFZ 106A
1076  LEI 11
1078  LLI 80
107A  LHI 14
107C  LAM
107D  OUT 0C
107E  OUT 0E
107F  OUT 0F
1080  CAL 1000
1083  INL
1084  DCE
1085  JFZ 107C
1088  LAI FF
108A  LLI 1B
108C  LHI 10
108E  LMA
108F  OUT 0B
1090  LAI 80
1092  OUT 09
1093  LBI 02
1095  CAL 1010
1098  LLI 1B
109A  LAM
109B  SUI 01
109D  JFZ 108E
10A0  CAL 0F00
10A3  LEI 82
10A5  LLI 00
10A7  LHI 16
10A9  LAM
10AA  OUT 0C
10AB  OUT 0E
10AC  OUT 0F
10AD  CAL 1000
10B0  INL
10B1  DCE
10B2  JFZ 10A9
10B5  LEI 10
10B7  LBI 12
10B9  LLI 23
10BB  LHI 15
10BD  LAM
10BE  OUT 0C
10BF  OUT 0E
10C0  OUT 0F
10C1  CAL 0F40
10C4  CAL 1010
10C7  INL
10C8  LBD
10C9  DCE
10CA  JFZ 10BD
10CD  JMP 10E5
10E5  CAL 0F20
10E8  LEI B0
10EA  LLI 40
10EC  LHI 1A
10EE  LAM
10EF  OUT 0C
10F0  OUT 0E
10F1  OUT 0F
10F2  CAL 1000
10F5  LHI 1B
10F7  LAM
10F8  OUT 0D
10F9  INL
10FA  DCE
10FB  JFZ 10EC
10FE  LAI 60
1100  OUT 0C
1101  OUT 0D
1102  OUT 0E
1103  OUT 0F
1104  LBI 10
1106  CAL 1010
1109  LEI 14
110B  LBI 10
110D  LLI 00
110F  LHI 1C
1111  LAM
1112  OUT 0C
1113  OUT 0E
1114  OUT 0F
1115  CAL 0F40
1118  CAL 1010
111B  LHI 1D
111D  LAM
111E  OUT 0D
111F  INL
1120  LBD
1121  DCE
1122  JFZ 110F
1125  LEI 18
1127  LBI 10
1129  LAI FF
112B  LLI 1B
112D  LHI 10
112F  LMA
1130  LLI 15
1132  LHI 1C
1134  LAM
```

```
1135 OUT 0C
1136 OUT 0E
1137 OUT 0F
1138 LHI 10
113A LAM
113B OUT 0D
113C CAL 0F40
113F CAL 1010
1142 INL
1143 LAL
1144 LLI 1C
1146 LHI 10
1148 LMA
1149 LLI 1B
114B LHI 10
114D LAM
114E OUT 08
114F LAI 0C
1151 OUT 09
1152 LBI 04
1154 CAL 1010
1157 LLI 1B
1159 LAM
115A SUI 01
115C LMA
115D LLI 1C
115F LHI 10
1161 LAM
1162 LHI 1C
1164 LLA
1165 LBD
1166 DCE
1167 JFZ 1134
116A CAL 0F70
116D CAL 0F10
1170 LAI 40
1172 OUT 0D
1173 CAL 0F90
1176 CAL 0F30
1179 LEI 09
117B LLI 00
117D LHI 17
117F LAM
1180 OUT 0C
1181 OUT 0E
1182 OUT 0F
1183 LAI FF
1185 OUT 0B
1186 LAI 80
1188 OUT 09
1189 CAL 0F50
118C LAI BB
118E OUT 0B
118F LAI 80
1191 OUT 09
1192 CAL 0F50
1195 INL
1196 DCE
1197 JFZ 117F
119A LEI 06
119C LLI 0A
119E LHI 17
11A0 LAM
11A1 OUT 0C
11A2 OUT 0E
11A3 OUT 0F
11A4 LAI FF
11A6 OUT 0B
11A7 LAI 80
11A9 OUT 09
11AA CAL 0F50
11AD LAI BB
11AF OUT 0B
11B0 LAI 80
11B2 OUT 09
11B3 CAL 0F50
11B6 LHI 18
11B8 LAM
11B9 OUT 0D
11BA CAL 0F20
11BD INL
11BE DCE
11BF JFZ 119E
11C2 CAL 0F70
11C5 CAL 0F10
11C8 LAI 40
11CA OUT 0D
11CB CAL 0F90
11CE CAL 0F30
11D1 LEI 04
11D3 LLI 10
11D5 LHI 17
11D7 LAM
11D8 OUT 0C
11D9 OUT 0E
11DA OUT 0F
11DB LAI FF
11DD OUT 0B
11DE LAI 80
11E0 OUT 09
```

```
11E1 CAL 0F50
11E4 LAI BB
11E6 OUT 0B
11E7 LAI 80
11E9 OUT 09
11EA CAL 0F50
11ED INL
11EE DCE
11EF JFZ 11D7
11F2 LEI 0B
11F4 LLI 14
11F6 LHI 17
11F8 LAM
11F9 OUT 0C
11FA OUT 0E
11FB OUT 0F
11FC LAI FF
11FE OUT 0B
11FF LAI 80
1201 OUT 09
1202 CAL 0F50
1205 LAI BB
1207 OUT 0B
1208 LAI 80
120A OUT 09
120B CAL 0F50
120E LHI 18
1210 LAM
1211 OUT 0D
1212 CAL 0F20
1215 INL
1216 DCE
1217 JFZ 11F6
121A LAA
121B LAA
121C LAA
121D CAL 0F90
1220 LEI 1F
1222 LLI 20
1224 LHI 17
1226 LAM
1227 OUT 0C
1228 OUT 0E
1229 OUT 0F
122A LAI FF
122C OUT 0B
122D LAI 80
122F OUT 09
1230 CAL 0F50
1233 LAI BB
1235 OUT 0B
1236 LAI 80
1238 OUT 09
1239 CAL 0F50
123C LHI 18
123E LAM
123F OUT 0D
1240 CAL 0F20
1243 INL
1244 DCE
1245 JFZ 1224
1248 LAI 00
124A OUT 0D
124B LEI 23
124D LLI 00
124F LHI 14
1251 LAM
1252 OUT 0C
1253 OUT 0E
1254 OUT 0F
1255 CAL 1000
1258 INL
1259 DCE
125A JFZ 1251
125D LEI 3C
125F LLI 00
1261 LHI 1A
1263 LAM
1264 OUT 0C
1265 OUT 0E
1266 OUT 0F
1267 CAL 1000
126A LHI 1B
126C LAM
126D OUT 0D
126E INL
126F DCE
1270 JFZ 1261
1273 CAL 0F30
1276 LEI 40
1278 LLI 30
127A LHI 14
127C LAM
127D OUT 0C
127E OUT 0E
127F OUT 0F
1280 CAL 1000
1283 INL
1284 DCE
1285 JFZ 127C
```

```
1288 LEI 10
128A LLI 40
128C LHI 15
128E LAM
128F OUT OC
1290 OUT OE
1291 OUT OF
1292 CAL 1000
1295 INL
1296 DCE
1297 JFZ 128E
129A LEI E3
129C LLI 00
129E LHI 19
12A0 LAM
12A1 OUT OC
12A2 OUT OE
12A3 OUT OF
12A4 OUT OD
12A5 CAL OF20
12A8 CAL 1000
12AB INL
12AC DCE
12AD JFZ 12A0
12B0 LEI 18
12B2 LLI A0
12B4 LHI 14
12B6 LAM
12B7 OUT OC
12B8 OUT OE
12B9 OUT OF
12BA OUT OD
12BB CAL 1000
12BE INL
12BF DCE
12C0 JFZ 12B6
12C3 LEI 15
12C5 LLI 30
12C7 LHI 1C
12C9 LAM
12CA OUT OC
12CB OUT OE
12CC OUT OF
12CD LHI 1D
12CF LAM
12D0 OUT OD
12D1 CAL 1000
12D4 INL
12D5 DCE
12D6 JFZ 12C7
12D9 LAI FF
12DB LDA
12DC OUT OB
12DD LAI CO
12DF OUT 09
12E0 CAL OF60
12E3 LAD
12E4 SUI 01
12E6 JFZ 12DB
12E9 CAL OF00
12EC CAL OF20
12EF LAI 60
12F1 OUT OC
12F2 OUT OE
12F3 OUT OF
12F4 LAI 00
12F6 OUT OD
12F7 CAL 1000
12FA LAI FF
12FC LDA
12FD OUT OB
12FE LAI CO
1300 OUT 09
1301 CAL OF60
1304 LAD
1305 SUI 01
1307 JFZ 12FC
130A HLT
----
```

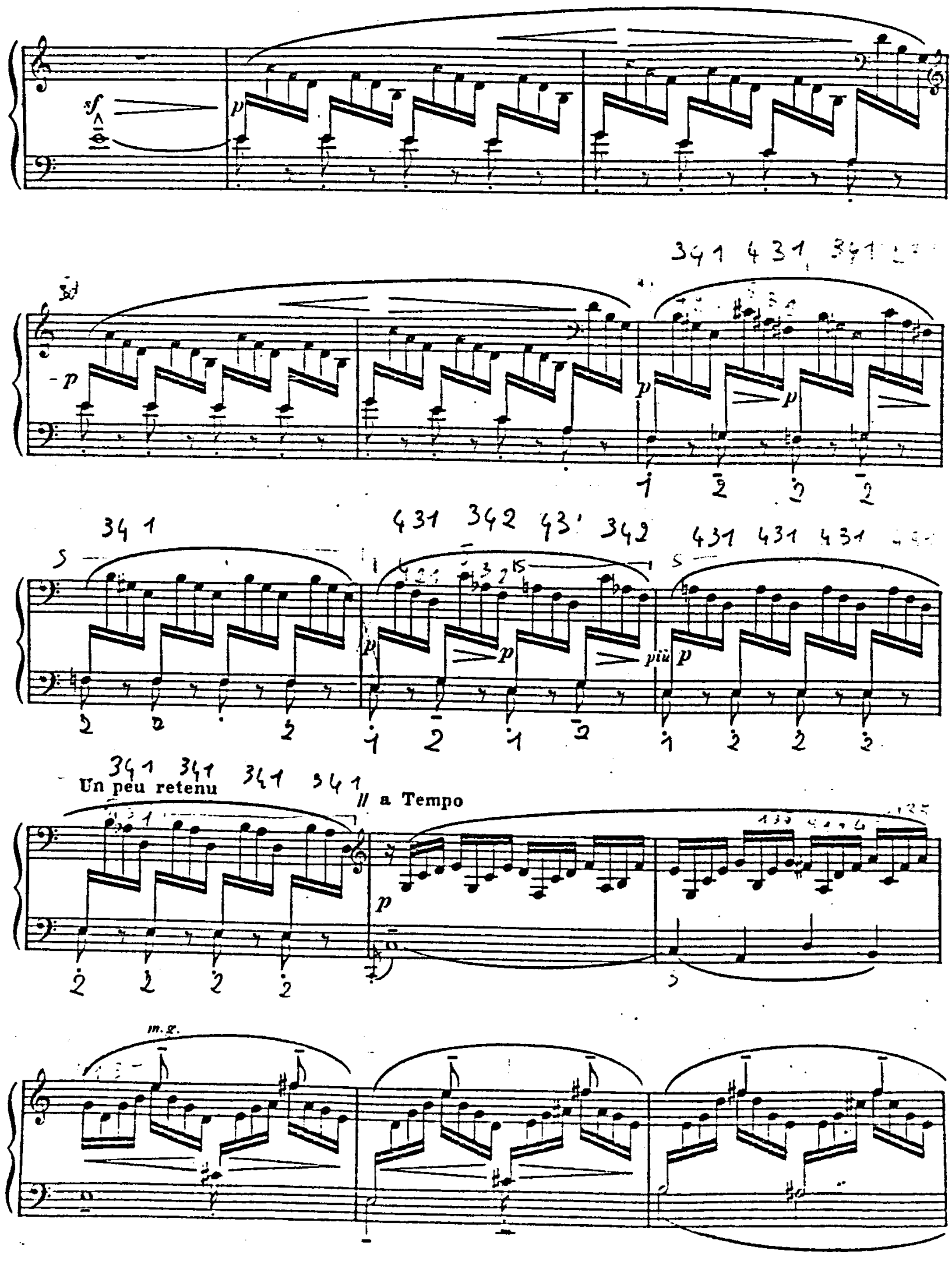
# I. – Doctor Gradus ad Parnassum

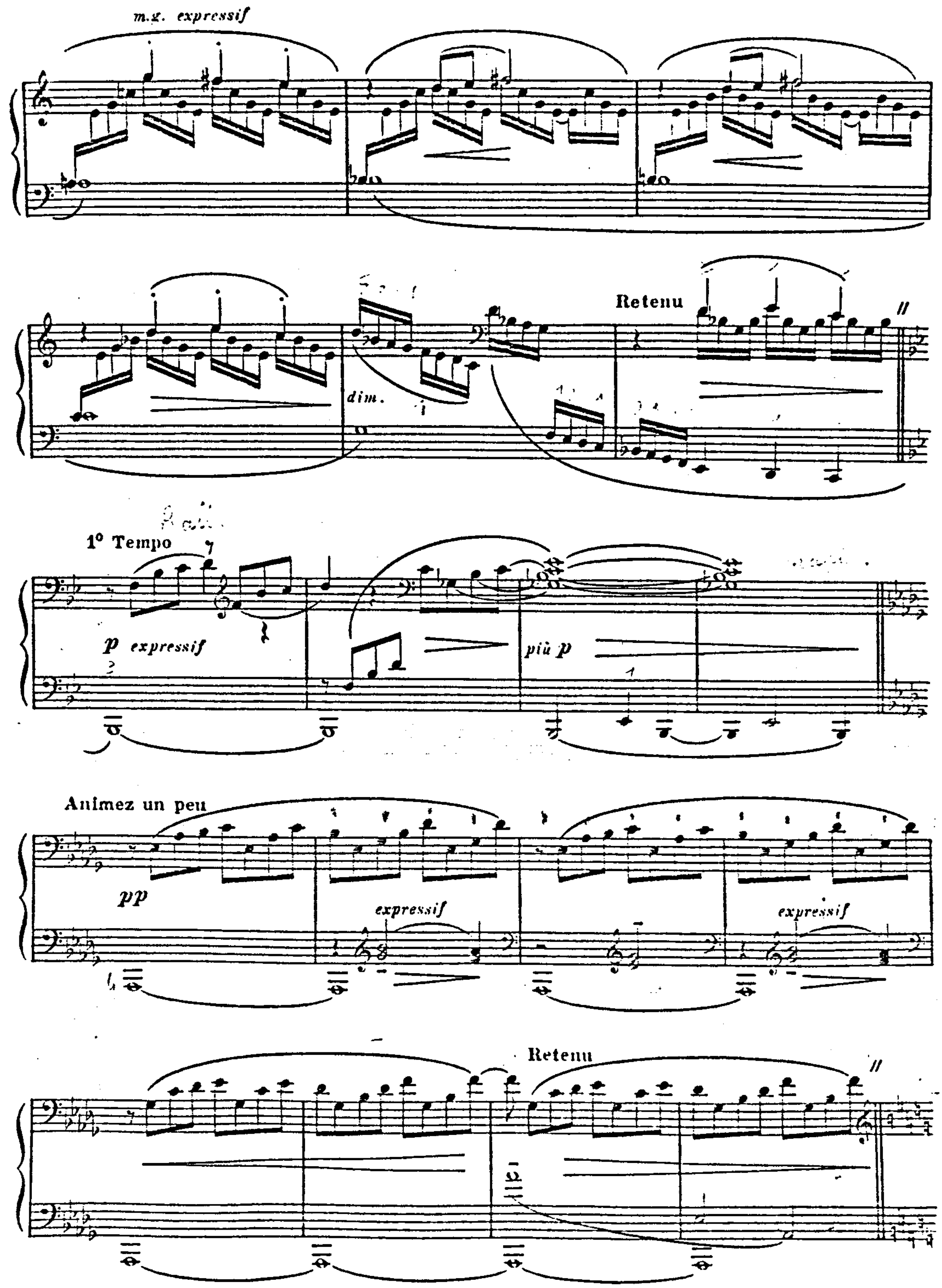


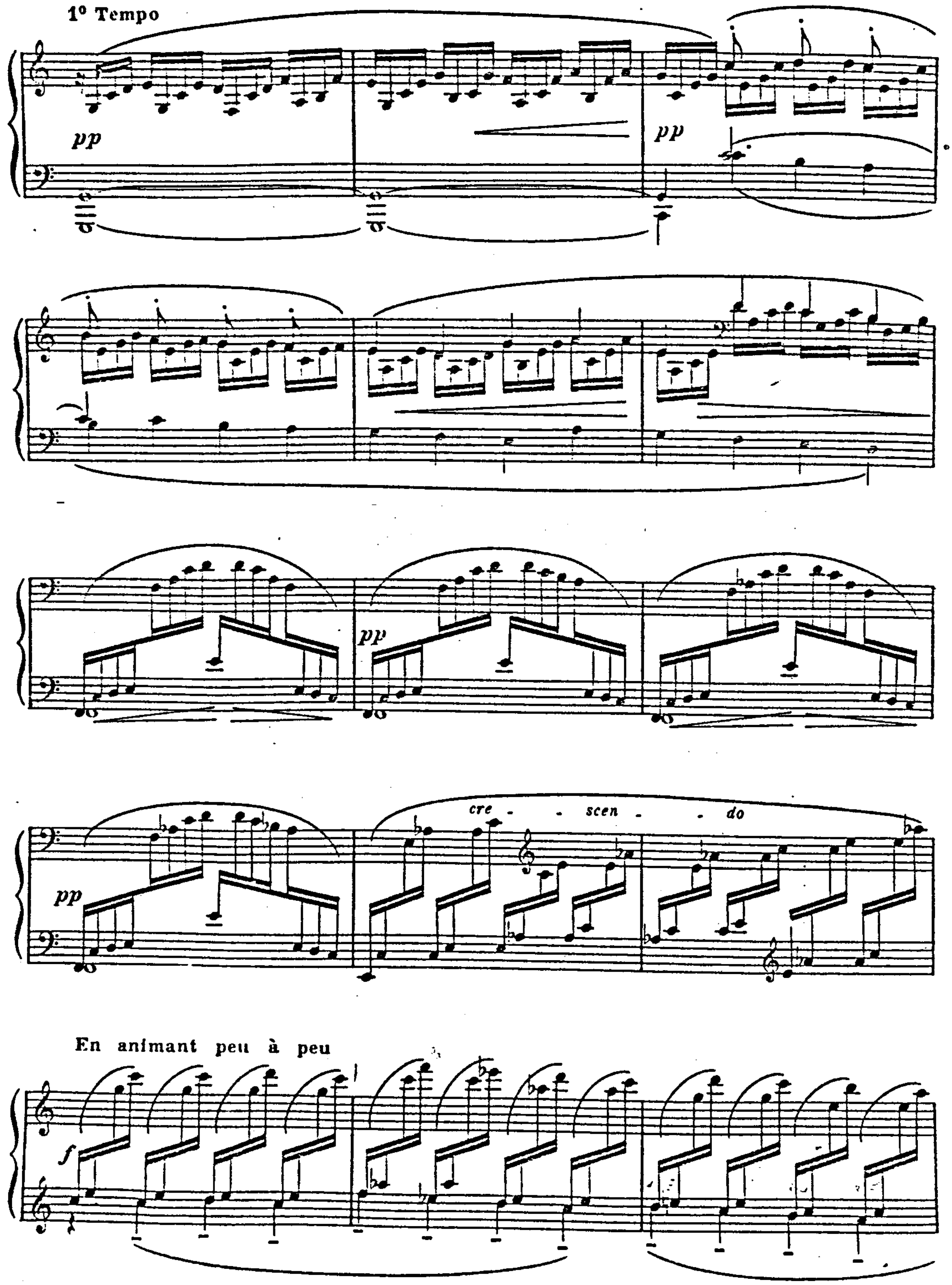



D. & F. 7188 (1)

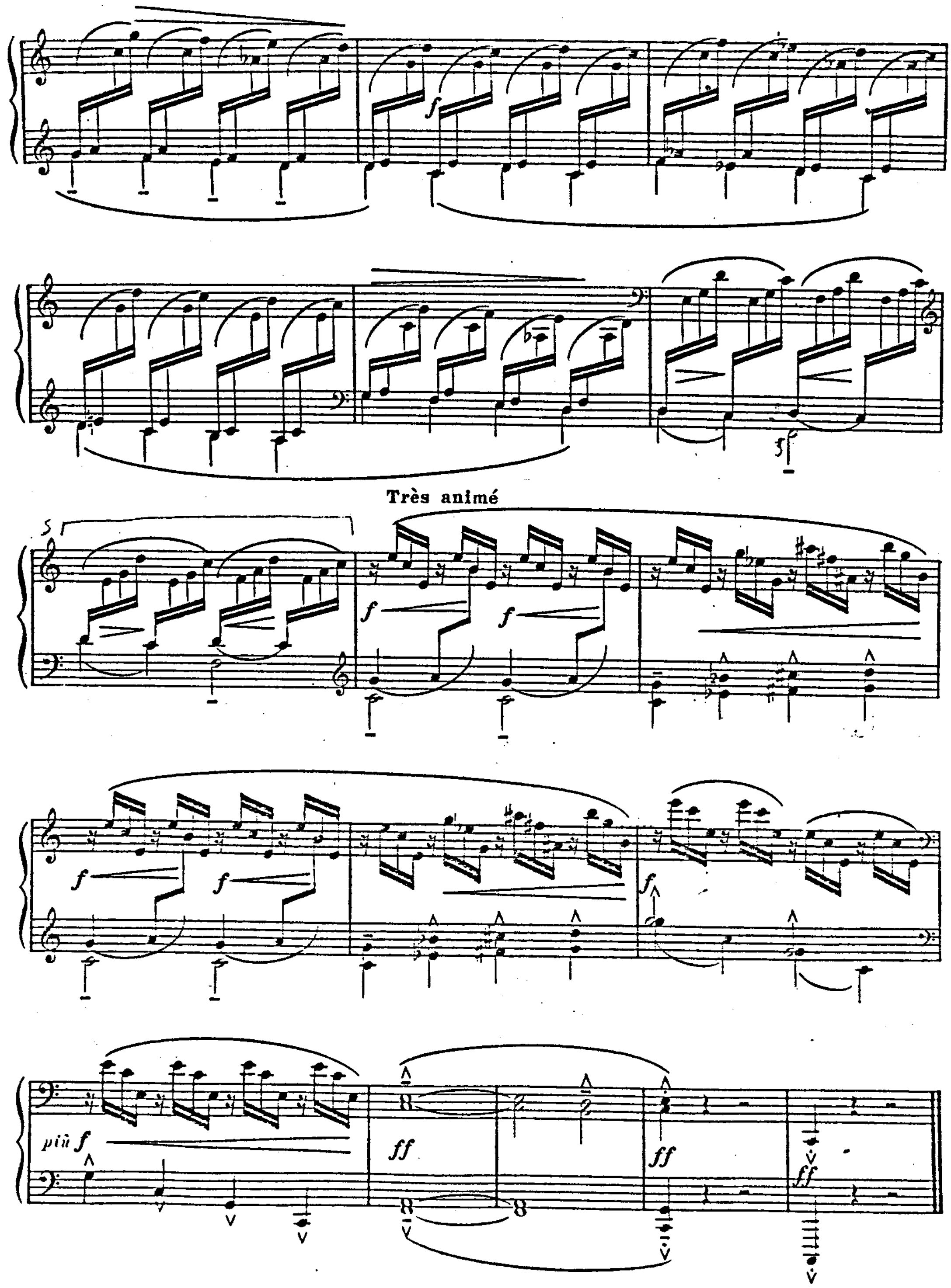
Paris, 4, Place de la Madeleine.


Un peu retenu
a Tempo
m.g.


m.g. expressif
dim.
Retenu
1° Tempo
p expressif
più p
Animez un peu
pp
expressif
expressif
Retenu




D. & F. 7188 (1)


Très animé
più f